

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-153377

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl.

B23K 20/12  
B23K 20/26  
// B23K 31/00  
B23K101:04

(21)Application number : 2000-010264

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 20.02.1998

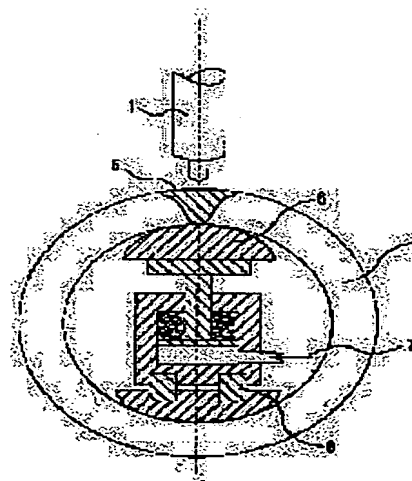
(72)Inventor : SAKAMOTO MASAHIKO  
OKAMURA HISANOBU  
FUNYU MASAO  
AOTA KINYA  
WATABE KOICHI  
TAKAHASHI OSAMU  
ASANO KATSUHIKO  
SATO AKIHIRO

## (54) FRICTION WELDING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a tool from deformation due to a load by welding while supporting a load due to a metal bar through a support means attachably/ detachably arranged to the rear side face of the welding part of an object to be worked.

SOLUTION: In the friction welding, e.g. a load of 1000 kg is applied to a metal bar 1 during welding in the downward direction. For this purpose, a load support mechanism 6 is arranged in the cylindrical tube 3. The support mechanism 6 is adjustable to an arbitrary length in a sliding type by hydraulic force 7, further is moved on a rail 8 arranged at a side opposite to the welding part 5 of the cylindrical tube 3 in the tangential direction. Accordingly, in the case of a long cylindrical tube 3, the rear side face of the welding part 5 is locally and stably supported. By this method, the tip part of the support mechanism 6 is brought into tight contact with the rear side face of the welding part 5, the downward load of the metal bar 1 is effectively received, welding is done with reducing deformation and buckling of the cylindrical tube 3 and without causing breakage of the metal tube 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-153377

(P2000-153377A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\*(参考)

B 2 3 K 20/12

3 1 0

B 2 3 K 20/12

3 1 0

20/26

20/26

// B 2 3 K 31/00

B 2 3 K 31/00

H

B 2 3 K 101:04

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-10264(P2000-10264)

(62) 分割の表示 特願平10-38331の分割

(22) 出願日 平成10年2月20日(1998.2.20)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 坂本 征彦

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 岡村 久宣

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

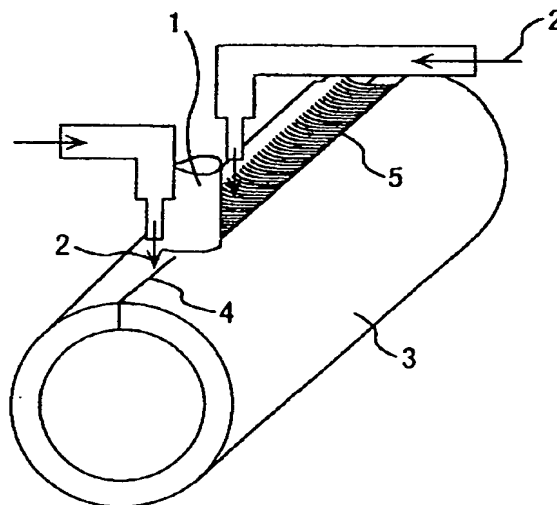
(54) 【発明の名称】 摩擦溶接方法

(57) 【要約】

【課題】 溶接欠陥が少なく、ツールの荷重に対して変形を受けることなく溶接できる摩擦溶接法を提供する。

【解決手段】 実質的に被加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動することによって、前記金属棒と前記加工物との間で発生する摩擦熱により溶接する摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持しながら溶接すること、また前記被加工物を強制的に冷却しながら溶接することを特徴とする。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動することによって、前記被加工物に発生する塑性流動により溶接する摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持しながら前記溶接することを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項2】被加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動することによって、前記被加工物に発生する塑性流動により溶接する摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持するとともに、前記溶接を冷却剤の中で強制的に冷却しながら行うことを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項3】被加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動することによって、前記被加工物に発生する塑性流動により溶接する摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持するとともに、前記溶接部に水または不活性ガスのいずれかを噴出させながら前記溶接を行うことを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項4】被加工物の円筒管よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動または被加工物を移動することによって、前記被加工物に発生する塑性流動により、前記円筒管を長手方向または円周方向に溶接する円筒管の摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持するとともに前記円筒管の内周面又は外周面を強制的に冷却しながら前記溶接することを特徴とする円筒管の摩擦溶接方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は摩擦溶接法に関し、特に溶接接合による変形や溶接欠陥を減少し、溶接部の品質改善に貢献する溶接方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】摩擦溶接方法は、実質的に加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を加工物の溶接部に挿入し、この金属棒を回転させながら移動するかまたは加工物自体を移動することによって、前記金属棒と前記加工物との間で発生する摩擦熱により溶接する方法である。これは特公表7-505090号公報（EP0615480B1）で公知である。つまり、金属棒と加工物との摩擦熱による塑性流動現象を利用したもので、アーク溶接のように加工物を溶かして溶接するものではない。さらに、この摩擦溶接方法は、従来の摩擦溶接方法のように、加工物同士を回転さ

せてその摩擦熱による溶接方法とは異なり、加工物を溶接線長方向、つまり、長手方向に連続的に溶接できる特徴がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記、特公表7-505090号公報の摩擦溶接方法は、前記金属棒と加工物との間によって生じる摩擦熱によって溶接される。本溶接法で加工物を溶接した場合、次のような課題が生じる。

【0004】（1）加工物の溶接長さが短い場合または厚さが薄いかまたは加工性の良い材料の場合は摩擦熱も比較的小さく、溶接変形も小さい。さらに、溶接欠陥の発生も少ない。しかし、加工物の溶接長さが長い場合または厚さが厚い場合、または加工物の剛性が高く、溶接性の劣る材料の場合は摩擦熱が大きく、溶接変形も大きい。さらに、溶接欠陥も生じやすくなる。また、前記金属棒の温度も高くなるため、破損も頻繁に生じる。

【0005】（2）本摩擦溶接方法は、金属棒に下向き方向に大きな荷重がかかる。このため、円筒管などの内面が中空などの加工物を溶接した場合、金属棒による下向き方向の荷重で円筒管に変形または座屈が生じる。

【0006】（3）本溶接により、円筒管の円周方向に溶接する場合、金属棒の位置が円筒管の回転方向に対して円筒管の中心または前方に配置した場合、金属棒と加工物表面との間に空隙が生じるため、溶接欠陥が発生しやすい。

【0007】本発明の目的は、溶接変形が少なく、ツールの荷重に対し変形を受けることなく溶接できる摩擦溶接方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は被加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動することによって、前記被加工物に発生する塑性流動により溶接する摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持しながら前記溶接することを特徴とする摩擦溶接方法にある。本発明は前述の支持手段によって支持するとともに強制的な冷却として溶接を冷却剤の中で行うこと、又は溶接部に水又は不活性ガスを噴出させながら溶接を行うことを特徴とする。

【0009】更に、本発明は、被加工物の円筒管よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、前記金属棒を回転させながら移動または被加工物を移動することによって、前記被加工物に発生する塑性流動により、前記円筒管を長手方向または円周方向に溶接する円筒管の摩擦溶接方法において、前記被加工物の前記溶接部の裏面に着脱自在に設けられた支持手段によって前記金属棒による荷重を支持するとともに前記円筒管の内周面又は外周面を強制的に冷却しながら前記溶接することを特徴とする円筒管の摩擦溶接方法にある。

【0010】本発明は、金属棒と被加工物との間に生じる摩擦熱による溶接変形及び溶接欠陥を減少する手段は、溶接に際して強制的に被加工物を冷却しながら溶接するものであり、特に前記金属棒及び溶接部の周囲に冷却剤を注ぐかまたは冷却剤の中で溶接することによって達成できる。さらに、冷却機構が設けられた導体に加工作の一部または全面を囲んで摩擦溶接することにより達成できる。

【0011】また、本発明は、円筒管を摩擦溶接する場合の金属棒の下向き荷重による円筒管の変形または座屈は、円筒管の内面に長さが任意に調整できる支持機構を配置することにより防止できる。

【0012】本発明は、円筒管の円周方向を溶接する場合の金属棒と加工物表面との空隙によって、発生する溶接欠陥は、金属棒の位置を円筒管の回転方向に対して円筒管の中心より後方に配置することによって防止できる。

【0013】本発明は、金属棒及び溶接部の周囲を冷却剤で強制的に冷却することにより、金属棒と加工物との間に生じる摩擦熱を効率的に冷却できる。この冷却により、溶接後の加工物の変形ならびに変形に伴う溶接欠陥の発生を減少できる。さらに、前記金属棒を効率的に冷却できるため、温度を極端に低下できる。従って、連続的に長時間の溶接においても金属棒の破損を防止できる。さらに、加工物を冷却構造を有する導体の中に囲んで溶接しても加工物の温度を効率的に冷却できる。

【0014】一方、本発明は、円筒管の内面に長さが任意に調整できる支持機構を配置することにより、円筒管の内面側から金属棒による下向き方向の荷重を効率的に受けることができる。このため、円筒管の変形及び座屈を防止できる。

【0015】さらに、本発明は、円筒管の円周方向を摩擦溶接する場合、金属棒の位置を円筒管の回転方向に対して円筒管の中心より後方に配置することにより、金属棒と加工物表面との密着性を向上できる。これにより、溶接欠陥が防止できる。

【0016】

【発明の実施の形態】（実施例1）図1は電力輸送用ガス遮断機に用いる円筒管の摩擦溶接において、本発明による金属棒1の周りに冷却水2をかけながら円筒管3の溶接開先部4を長手方向に摩擦溶接している斜視図を示す。前記円筒管3は外径1000mm、内径980mm、長さ5000mmのアルミニウム合金（JIS規格A5083）である。図2は図1における溶接部の断面を示す。金属棒1の先端部分は細く加工され、先端部の径8mmは、太い部分の径20mmである。この細い部分が突合わせ溶接部に挿入され、回転しながら溶接線方向に移動する。

【0017】なお、本実施例における冷却水の温度は10℃、流量は2ℓ/minである。金属棒の回転数は10

00rpm、移動速度は300mm/minである。前記冷却により、溶接部の近傍の温度及び金属棒の温度を100℃以下にできる。これにより、溶接変形を冷却のない従来溶接法に比べて1/2以下にできる。さらに、金属棒1も効率的に冷却されるため、温度上昇も小さく、長時間でも破損なく溶接できる。

【0018】一方、本摩擦溶接では金属棒1により、溶接中に下向き方向に約1000kgの荷重がかかる。このため、円筒管の内側には荷重を支える荷重支持機構6を配置する。この荷重支持機構6は油圧力7によりスライド式に任意の長さに調整可能である。さらに、前記支持機構6は円筒管の溶接部と反対方向に設けられたレール8上を溶接線方向に移動できる。従って、長い円筒管の場合でも溶接部の裏面を局部的に安定に支持できる。

【0019】前記手段によって、支持機構6の先端部を溶接部5の裏側に効率的に密着させることができる。これにより、金属棒1の下向き荷重を効率的に受けることができるため、前記円筒管を変形ならびに座屈の少ない溶接ができる。さらに、金属棒の破損もなく溶接できる。

【0020】（実施例2）図3は電力用のガス遮断機に用いる円筒管3の摩擦溶接において、金属棒1の周りに冷却水2をかけながら、前記円筒管3を円周方向の溶接開先部4を摩擦溶接する斜視図を示す。前記円筒管3は外径1000mm、内径980mm、長さ4000mmのアルミニウム合金（JIS規格A5052）である。図4は図3における溶接部の断面を示す。金属棒1の先端部分は細く加工され、先端部の径は10mm、太い部分の径は20mmである。この細い部分を突合わせ溶接部に挿入した後、前記円筒管を回転する。これにより、溶接部5が形成される。

【0021】本実施例における円筒管3の回転方向に対する金属棒1の位置は、円筒管3の回転方向9に対して円筒管3の中心10から後方30mmの位置に配置する。

【0022】なお、本実施例における冷却水の流量は2ℓ/min、金属棒の回転数は1000rpm、加工物の回転移動速度は200mm/minである。

【0023】前記冷却により、円筒管の溶接部から5mm離れた表面温度は100℃以下である。このため、溶接後の変形は従来の冷却のない溶接部に比べて1/2に減少できる。さらに、金属棒1も効率的に冷却されるため、長時間の溶接でも破損がない。

【0024】一方、本摩擦溶接では金属棒1により、溶接中に下向き方向に約1000kgの荷重がかかる。このため、円筒管3の内側には荷重を支える荷重支持機構6が配置されている。この荷重支持機構6は油圧力7により任意の長さに調整可能である。これにより、支持機構6の先端部を溶接部5の裏側に自動的に密着させることができる。これにより、金属棒1からの下向き荷重を効率的に受けることができるため、前記円筒管を変形なら

びに座屈のない溶接ができる。

【0025】（実施例3）図5は高速車両の側外板12の一部を本摩擦溶接法により金属棒1と加工物との摩擦熱により溶接している斜視図を示す。本実施例における前記側外板12は、長さ25m、幅1m、厚さ5mmのアルミニウム合金（規格A6N01）である。図5に示すように金属棒1の周囲に5℃に冷却された窒素ガスを10ℓ/minの流量で吹き付けながら溶接する。金属棒の回転数は1000rpm、加工物の回転移動速度は200mm/minである。これにより、長さ25mの車両用の側外板でも溶接変形が従来摩擦溶接に比べて1/2に減少している。さらに、長さ25mの溶接でも金属棒の損耗もなく溶接できる。

【0026】なお、本実施例では窒素ガスの代わりに15℃の冷却水を用いた場合の変形は従来に比べて1/3に減少している。前記方法により溶接された側外板を組立て高速車両用の構体を製作する。

【0027】（実施例4）図6はラジオアイソトープ用の超電導コイル13を水槽14の中で摩擦溶接している斜視図を示す。図7は図6における溶接部の断面を示す。前記超伝導コイル13はNb-Ti合金からなる超電導線材15が純アルミニウムからなる安定材の中に埋め込まれている。前記Nb-Ti合金の超電導線材15は400℃以上の温度では超電導特性が失われるため、400℃以下で溶接する必要がある。このため、本発明では15°の水槽の中で摩擦溶接している。

【0028】本実施例における前記アルミニウム安定材は厚さ8mm、幅15mmである。これを長さ500mmにわたり15℃の水槽で溶接する。本実施例における金属棒1の先端部の径は3mm、太い部分の径は12mmである。この細い部分が突合わせ溶接部に挿入され、回転しながら溶接線方向に移動する。また、金属棒の回転数は1000rpm、移動速度は300mm/minである。

【0029】前記、水槽中での摩擦溶接により、Nb-Ti合金の超電導線材を100℃以下の温度で溶接できる。このため、超電導特性を損なうことなく健全な溶接ができる。

【0030】（実施例5）図8はラジオアイソトープ用の超電導コイル13を銅冷却構造の導体17の中で摩擦溶接している溶接部の断面を示す。前記、導体17は水冷の冷却管16により冷却される構造である。

【0031】前記、超電導コイル13はNb-Ti合金からなる超電導線材15が純アルミニウムからなる安定材の中に埋め込まれている。

【0032】本実施例における前記アルミニウム安定材は厚さ8mm、幅15mmである。これを長さ500mmにわたり水冷却された導体の中で溶接する。本実施例におけ

る金属棒1の先端部の径は3mm、太い部分の径は12mmである。この細い部分が突合わせ溶接部に挿入され、回転しながら溶接線方向に移動する。また、金属棒の回転数は1000rpm、移動速度は300mm/minである。

【0033】前記、方法により、Nb-Ti合金の超電導線材を300℃以下の温度で摩擦溶接できる。

【0034】このため、超電導特性を損なうことなく健全な溶接ができる。

【0035】

【発明の効果】前記説明で明らかなように本発明によれば下記のような効果がある。

【0036】1. 金属棒及び溶接部の周囲を冷却剤で強制的に冷却するため、溶接後の加工物の変形ならびに変形に伴う溶接欠陥の発生を減少できる。特に超電導線材のような温度によって特性が損なわれるような材料の溶接に効果的である。

【0037】さらに、前記金属棒も効率的に冷却できるため、連続的に長時間の溶接においても金属棒の破損を防止できる。

【0038】2. 円筒管の内面に長さが任意に調整できる支持機構を配置することにより、円筒管の内面側から金属棒による下向き方向の荷重を効率的に受けることができるため、円筒管の変形及び座屈を防止できる。

【0039】3. 円筒管の円周方向を摩擦溶接する場合、前記金属棒の位置を円筒管の回転方向に対して円筒管の中心より後方に配置することにより、金属棒と加工物表面との密着性を向上できるため、溶接欠陥が防止できる。

【0040】本発明の方法の適用例として、車両構体の溶接、電力用輸送用のガス遮断器用円筒管、超電導線コイルの溶接に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施例を示す図1の断面図である。

【図3】本発明の実施例を示す斜視図である。

【図4】本発明の実施例を示す図3の断面図である。

【図5】本発明の実施例を示す斜視図である。

【図6】本発明の実施例を示す斜視図である。

【図7】本発明の実施例を示す図6の断面図である。

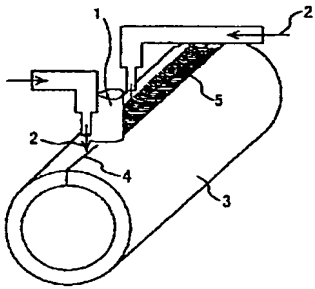
【図8】本発明の実施例を示す断面図である。

【符号の説明】

1…金属棒、2…冷却水、3…円筒管、4…溶接開先部、5…溶接部、6…支持機構、7…油圧力、8…レール、9…回転方向、10…円筒管の中心、12…車両用の側外板、13…超電導コイル、14…水槽、15…超電導線材、16…冷却管、17…導体。

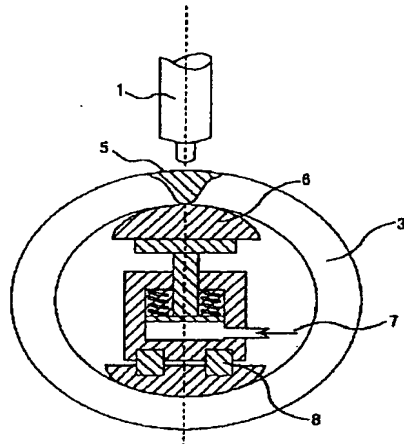
【図1】

図 1



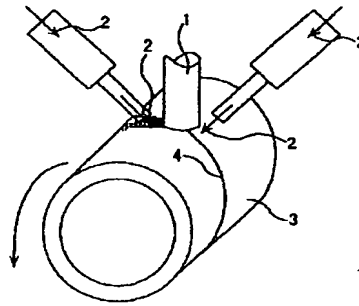
【図2】

図 2



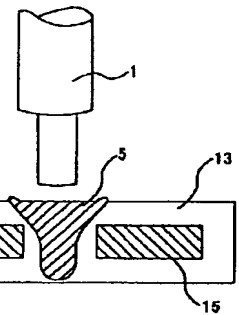
【図3】

図 3



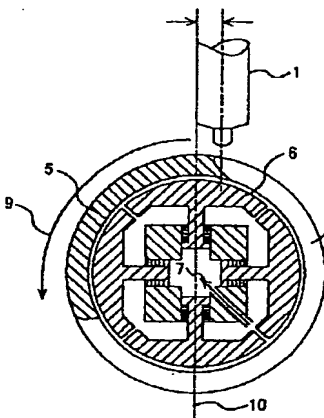
【図7】

図 7



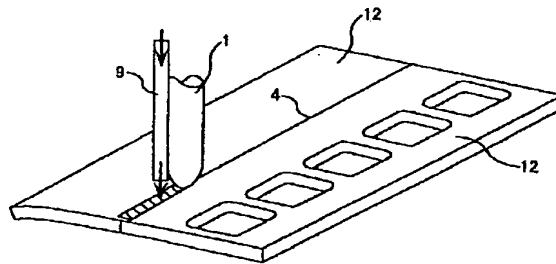
【図4】

図 4



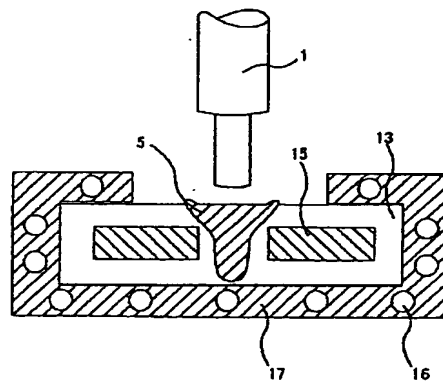
【図5】

図 5



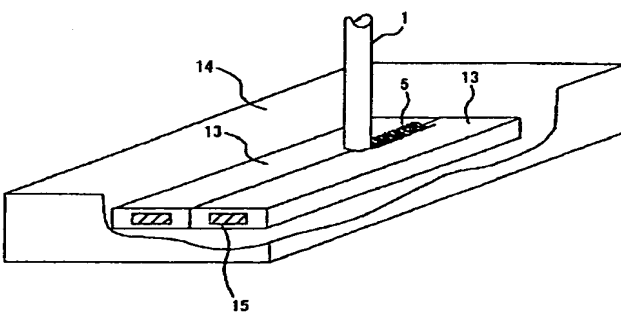
【図8】

図 8



【図6】

図 6



## フロントページの続き

(72)発明者 舟生 征夫  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 青田 欣也  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 渡部 幸一  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 理  
茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式  
会社日立製作所国分工場内

(72)発明者 浅野 克彦  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 佐藤 章弘  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**